

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVA

ALEKSANDAR TIVADAR

Robotska kolica bazirana
na Arduino platformi

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, rujan 2014.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STUDIJ RAČUNARSTVA

ALEKSANDAR TIVADAR

*Robotic wheelchair based
on Arduino platform*

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, rujan 2014.

Zahvala

Zahvaljujem se svojoj obitelji i prijateljima na strpljenju i pomoći kroz ove tri godine studija.

Najiskrenije se zahvaljujem na pomoći i savjetima mentoru Jurici Trstenjaku na pomoći pri izradi ovog završnog rada. Zahvaljujem prof. Bruni Palašku na stručnim informacijama i posuđenim komponentama.

Također se zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pripomogli u izradi ovog rada.

Contents

1.	UVOD	5
2.	ARDUINO	6
2.1.	Kako radi?	8
2.2.	Zašto odabrati arduino	8
2.3.	Arduino komponente	9
3.	IZRADA KONSTRUKCIJE	10
4.	C# PROGRAMSKI KOD	12
4.1	Sučelje za upravljanje	12
4.2.	Get port names.....	13
4.3.	Spajanje	13
4.4.	Odspoji	14
4.5.	Pokretnje naprijed	14
4.6.	Pokretanje natrag	15
4.7.	Upravljanje tipkovnicom	15
4.8.	Skretanje lijevo i desno.....	16
4.9.	Odabir brzina	17
4.10.	Spajanje arduino kamere.....	17
4.11.	Upravljanje servo motorima.....	18
4.12.	Mjerenje temperature i vlažnosti zraka	19
5.	BLUETOOTH KOMUNIKACIJA	20
5.1.	Bluetooth HC06	20
5.	RELEJ	22
6.	SERVO MOTOR.....	23
7.	POZICIJSKA SVIJETLA.....	24
8.	DHT11 temperaturni senzor	26
9.	RGB LEDICE	28
10.	DISTANCE SENZOR HC SR04	29
11.	MOTOR DRIVER L298N	31
12.	NIMH baterije.....	34
13.	ZAKLJUČAK	36
14.	POPIS DIJELOVA I NJIHOVA CIJENA	37
15.	LITERATURA.....	38
15.1.	Tekst	38
15.1.1.	Web	38
15.1.2.	Knjiga	38
15.2.	Slike	38
16.	POPIS SLIKA	39

1. UVOD

Arduino¹ je tehnologija otvorenog koda čija je platforma zasnovana na fleksibilnim i lakim za korištenje hardveru i softveru. Namijenjen je za umjetnike, dizajnere i sve zainteresirane koji žele stvarati interaktivne objekte ili okruženje

U osnovi Arduino se sastoji od mikrokontrolera koji može primati i slati signale u okolinu i iz okoline te softverske komponente koja omogućuje jednostavno programiranje tog mikrokontrolera uz pomoć računala na bilo kojoj platformi (Linux, Mac, Windows). Glavni su aduti ove platforme već naglašena jednostavnost i u softveru i u hardveru, ali također tu je i sloboda (softverski je dio slobodan softver, a hardverska je specifikacija sasvim otvorena). Kao što obično biva sa slobodnim softverom i otvorenim specifikacijama, u cijenu Arduina nije uračunato intelektualno vlasništvo te drugi vlasnički nameti, što ga čini vrlo jeftinim.

Slobodna priroda ove platforme omogućuje varijacije i prerade, nešto što je dobro poznato u svijetu slobodnog softvera, pa ni ne čudi da Arduino ima mnoštvo derivacija.

Robotska kolica bazirana na Arduino platformi uz malo truda i znanja može poprimiti korisna svojstva. Arduino mikrochip sa 6 PWM², 6 digitalnih i 6 analognih izlaza možemo programirati tako da pogoni DC motore³, LED diode⁴ i senzore. Ova robotska kolica uz 2 DC motora imaju i distance senzor. Distance senzor HC SR04 je programiran na način da se robotska kolica ne sudare sa nadolazećom preprekom prilikom vožnje. DC motori koje pogoni 9V napona su dovoljno snažni da pokrenu cijelu platformu u željenom smjeru iako ona teži skoro 1 kg. Cijeli sklop troši puno energije. Koristimo 12 AA baterija koje spajamo na trošila i zajedničku masu arduina. Kolica su povezana sa računalom preko bluetooth HC06 modula. TX i RX pinovi od kojih je jedan za slanje a drugi za primanje informacija. RX izlaz traži napon od 3.3 V pa stoga moramo napraviti naponsko djelilo da ostvarimo pad napona od 1,7V. Pripadajuća c# aplikacija, odn. pritiskom na njene tipke šaljemo komande na HC06 bluetooth modul koji je povezan sa arduinom. Komunikacija je serijska na određenom COM⁵ portu.



Slika 1. Robotska kolica

¹ Arduino-mikrokontroler

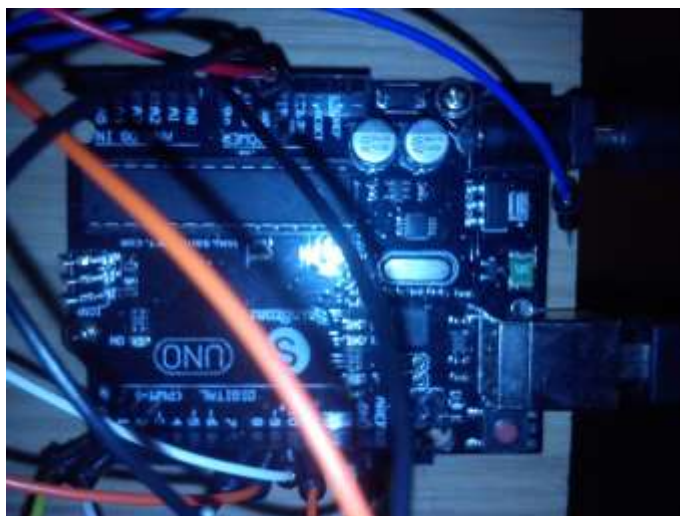
² PWM- Pulse Width Modulation

³ DC motori-motori koje pogoni istosmjerna struja baterije ili ispravljača

⁴ LED diode-diode koje polarizacijom poluvodiča svijetle

⁵ COM port-serijski port

2. ARDUINO



Slika 2. Arduino UNO R3

Arduino Uno je mikrokontrolna ploča zasnovana na Atmega328 mikrokontroleru. Ima 14 digitalnih izlazo/ulaznih pinova od kojih se 6 može koristiti kao PWM izlazi, 6 analognih ulaza, 16 MHz keramički otpornik, USB priključak, priključak za napajanje, ICSP⁶ zaglavlje i tipka za reset. Sadržava sve što je potrebno kao podrška mikrokontroleru. Jednostavno spajanje na računalo s USB kabelom te mogućnost napajanja s AC/DC adapterom ili baterijama. Za razliku od prethodnih Arduino ploča Arduino Uno ne koristi FTDI USB čip⁷ za serijsku komunikaciju. Umjesto toga Atmega 16u2 je programiran kao USB serijski pretvarač. Atmega 328 ima kapacitet memorije 32 KB (s0,5 KB iskoristivih pri podizanju). Također ima i 2 KB SRAM memorije⁸ i 1 KB EEPROM⁹ memorije (može biti čitana i zapisivana s EEPROM Library)



Slika 3. Arduino UNO dijelovi[1]

⁶ ICSP-priključak za instaliranje bootladera na arduino

⁷ FTDI USB čip-ostvaruje USB komunikacija s mikročipom

⁸ SRAM memorija- Ova vrsta RAM-a održava spremljene podatke sve dok ima napona

⁹ EEPROM memorija- električno izbrisiva programibilna ispisna memorija

Arduino je univerzalni mikrokontroler zasnovan na ATmel¹⁰ tehnologiji i idealan je za razvoj upravljačke elektronike i robotike. Platforma je otvorenog koda temeljena na jednostavnoj razvojnoj pločici s ulazno/izlaznim konektorima i besplatnom programskom podrškom s jednostavnim korisničkim sučeljem. Programiranje uređaja se izvodi iz integriranog razvojnog okruženja, koje postoji za Windows, Mac i Linux operacijski sustav, u programskom jeziku sličnom C-u. Glavna je namjena cijelog sustava komuniciranje s različitim hardverom koji je na njega priključen. Arduino je razvijen u Italiji za poučavanje programiranja u C/C++ programskim jezicima. Napravljen je od open source hardverskih komponenti koje su spojene na 8-bitni Atmel AVR mikrokontroler ili 32-bitni ARM procesor. Trenutno postoji 16 različitih modela, a svi se mogu proširivati sa tzv. shield-ovima, gotovim PCB¹¹-ovima koji imaju različite funkcije.

Arduino se programira putem Arduino Software-a, besplatnim IDE-om u kojem se piše C/C++ programski kod i prebacuje na Arduino. On radi na Windows platformi, MAC OS X-u i Linuxu, a može se doći i do izvornog koda. S IDE-om dolazi velik broj primjera koji mogu dobro poslužiti za upoznavanje s programiranjem

Osnovni model Arduino platforme je model UNO sa slijedećom tehničkom specifikacijom:

- Mikroprocesor : ATmega32823
- Frekvencija procesora : 16MHz
- Radni napon : 5V
- Ulazni napon (preporučeno): 7 -12V
- Ulazni napon (ograničeno): 6-20V
- Digitalni I/O pinovi : 14 (od toga moguće 6 PWM izlaza)
- Analogni ulazni pinovi : 6
- DC struja za I/O pinove: 40mA
- DC struja za 3,3V pin: 50mA
- Flash memorija: 32 KB (0,5KB rezervirano za bootloader)
- SRAM: 2KB
- EEPROM: 1KB

Arduino se razvio od sveučilišnog projekta kojemu je cilj bio pojednostaviti studentima izradu projekata potrebnih za učenje. Danas je Arduino platforma otvorenog tipa (open-source¹²) načinjena za elektroničke projekte i "oživljavanje" okoline oko nas. Baziran je na jednostavnom hardveru i softveru tako da je dostupan svakome uz minimalnu prilagodbu. Neću pogriješiti ako kažem da s Arduinoom možete napraviti apsolutno sve što Vam je ikada palo na pamet. Namijenjen je svima, u profesionalne svrhe a ponajprije kreativnima.

¹⁰ Atmel-dizajniraju i izrađuju pcb pločice

¹¹ PCB- Tiskana pločica (engl. *PCB, printed circuit board*)

¹² Open source-platforma otvorenog i dostupnog koda svima

2.1. Kako radi?

Kao što vidite na slici gore(slika 3), arduino se ne sastoji od nekih kompliciranih dijelova. Možemo ga podijeliti na napajanje, mozak, sitne komponente i izlaze/ulaze. Napajanje osigurava stabilan napon od točno 5V potrebnih za rad mikrokontrolera(kojega smo prije nazvali mozgom). Dapače, ulazni napon može biti veći, preporučamo nešto u rasponu od 9-12V, a mini-napajanje će se pobrinuti za ostatak. Nakon napajanje, dolazi najvažniji dio naše pločice - mozak ili mikrokontroler. Mikrokontroler(engl. microcontroller) je maleni sklop u obliku integriranog kruga¹³(engl. IC) u kojega spremimo upute koje on šalje/očitava s izlaza/ulaza. U našem slučaju, te općenito slučaju Arduina, koristi se serija Atmega mikrokontrolera proizvođača Atmel. S našim arduinom stiže najmoćniji iz serije 28pinskih mikrokontrolera, koji savršeno pristaje uz pločicu, Atmega328¹⁴. U kombinaciji s sitnim komponentama, koje služe za stabilan rad, indicaciju pravilnog rada te resetiranje programa i slično, mikrokontroler obavlja program koji smo spremili u njega preko izlaza i ulaza.

2.2. Zašto odabrati arduino

Pitanje koje si svatko postavi prije odabira ili kupnje nekoga proizvoda. Navest ćemo neke razloge:

- Vaša želja-njegova zapovijed - arduino uistinu može ostvariti svaku Vašu zamisao u području elektronike. Uz jednostavno programsko sučelje i jezik, a dapače i hardwaresko spajanje, ništa više neće biti nemoguće.
- Cijena - Postoji još mnoštvo mikrokontrolera ili pločica kao što je arduino, no niti jedna cijenom i jednostavnošću neće biti bolja od ove. Ako već imate neke komponente, a svaki elektroničar ima većinu, budući da je pločica sastavljena od uistinu najosnovnijih komponenata, arduino možete sami izraditi.. Onda sam siguran da nitko neće nadmašiti tu cijenu i iskustvo!
- Dostupnost - Svojim komponentama dostupan odmah, pristupačnošću dostupan na svim operacijskim sustavima(za razliku od većine ostalih koji rade samo na Windowsima).
- Pojednostavljeno programiranje - Programsko sučenje pripremljeno za početnike, a opet nudi sve mogućnosti za napredne korisnike. Ako ste upoznati s C/C++, Arduino programski jezik ćete svladati u roku od sat vremena!
- Open-source - Što bi značilo, projekt je otvoren svima koji ga žele korigirati. Neki dio Vam se ne sviđa - izmijenite ga. Ne želite kupiti pločicu - izradite je sami! Shema, pločice i bootloader je dostupan apsolutno svima.

¹³ IC- integrirani krug

¹⁴ Atmega 328-mikrochip koji se nalazi na arduinu

2.3. Arduino komponente

Spomenuli smo shield¹⁵-ove, kojima se svaki Arduino može proširiti. Trenutno postoji više od 300 shield-ova od 125 različitih proizvođača, a osim gotovih, moguće je napraviti i svoj. Brojke pokazuju da je Arduino vrlo popularan i da ne postoji njegova primjena koja nije riješena na neki način. Shield-ovi se mogu slagati jedan na drugog (eng. *stacking*). Na slici 4 su prikazani neki od shield-ova, a od zanimljivijih spomenimo servo motore¹⁶.

Na slici 5 prikazani su *shieldovi* redom:

1. ekran Nokije 3310 (nije baš originalni shield)
2. 10BASE-T ethernet shield
3. RF primopredajnik
4. senzor za razinu vode
5. LCD ekran 16x2
6. konverter USB na TTL Serial
7. ultrazvučni senzor za udaljenost (do 2m)
8. akcelerometar
9. PIR senzor, 10 – IR odašiljač
10. žiro senzor
11. RF primopredajnik
12. shield za SD karticu
13. IR prijemnik
14. RF prijemnik (433MHz)
15. breadboard (400 pinova), služi za priključivanje elemenata i shield-ova na Arduino
16. RFID čitač/pisač, 18 – RF prijemnik
17. numerička tipkovnica



Slika 4. Komponente[2]

¹⁵ Shield-komponente koje se spajaju na arduino

¹⁶ Servo motor-motor koji se vrti za točno određeni kut

3. IZRADA KONSTRUKCIJE

Izrada same konstrukcije je trajala oko dva mjeseca. Prije početka izrade konstrukcije planiralo se u detalje. Bila je razrađena shema na papiru i postojao je popis dijelova. Prvi problem s kojim sam se susreo je bilo pitanje od kojeg materijala izraditi konstrukciju. Konstrukcija je trebala biti prije svega lijepog izgleda. Također velika težina nije dolazila u obzir. Idealno rješenje je bio laminat. Imao sam dvije vrste laminata. Odabrao sam tamniji koji je bio lakši kako fizički tako i za obradu. Olovkom sam nacrtao rezne mjere po laminatu i ubodnom pilom prerezao pod kutem od 45°. Tu sam naišao na prvi problem. Naime četiri stranice nisu sjele potpuno na mjesto. Nakon dugotrajnog dotjerivanja, brušenja i šmirglanja slijedilo je lijepljenje drvofiksom. Nakon sušenja koje je potrajalo kroz noć bilo je bušenje rupa. Prva ideja bušenja rupa promjera oko $\phi 40$ bila je loša. Zamislio sam da bi to išlo sa bušilicom i malim svrdlom. Bušila se rupa do rupe.



Slika 5. Neuspjeli pokušaj bušenja



Slika 6. Neuspjeli pokušaj bušenja(1)

Fizički to nije lijepo izgledalo usprkos dotjerivanju s brusnim papirom. Kako pokušaj nije bio dobar zamolio sam prijatelja tokara za pomoć. Izradio mi je svrdlo promjera $\Phi 45$. Materijal je bio namijenjen za oblikavne knaufa. Bilo je dima ali je uspjelo.



Slika 7. Svrdlo $\Phi 45$

Poslije bušenja i šmirglanja rupe za kotače su izgledale ovako:

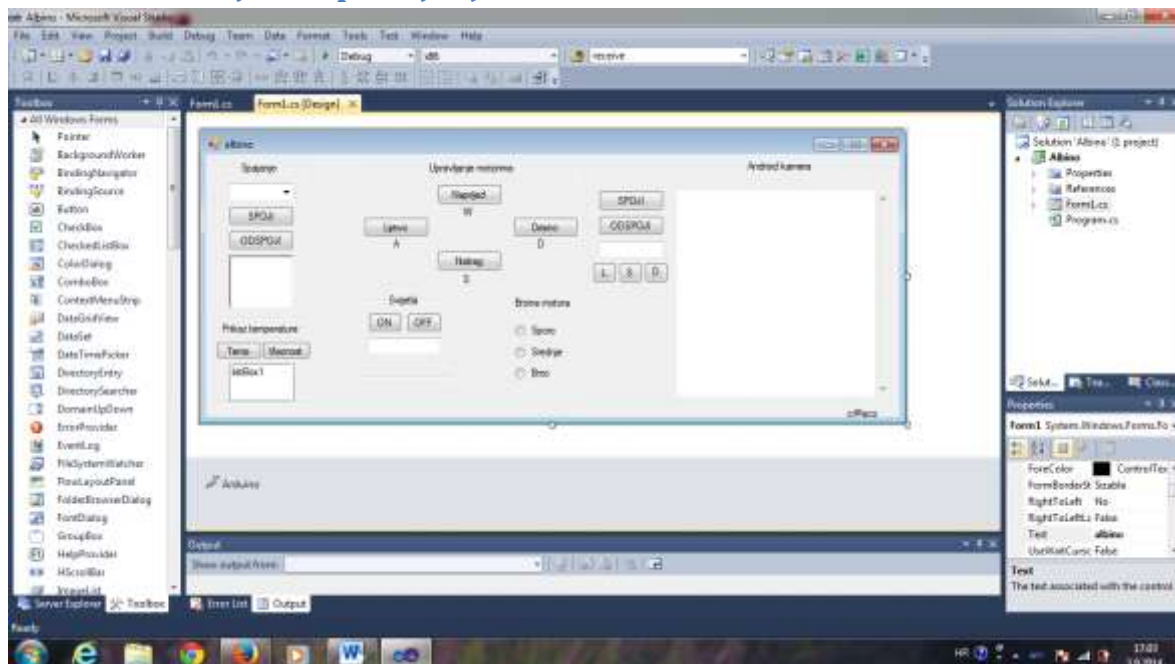


Slika 8. Bušenje rupa za kotače

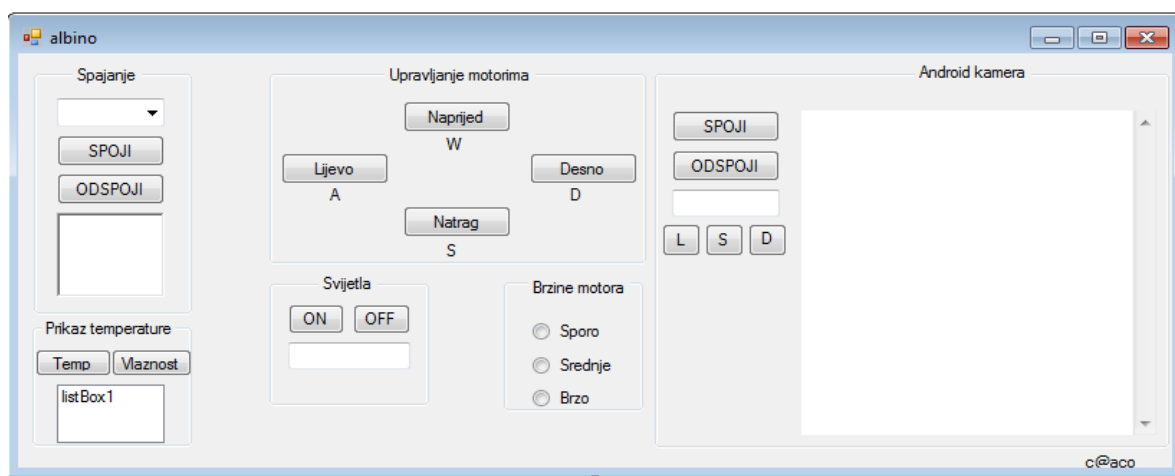
Na samu konstrukciju je išla šper ploča. Prvotno je vozila moralo biti bez dodatnog kata. S obzirom da je nedostajalo mjesta za sve komponente morao sam izraditi stupove i gornju platformu. To sve zajedno je dosta podiglo težinu i dalo bi se raspravljati o nekim jačim DC motorima.

4. C# PROGRAMSKI KOD

4.1 Sučelje za upravljanje



Slika 9. Sučelje za upravljanje



Slika 10. Sučelje za upravljanje(1)

Sučelje za upravljanje programirano u c# form aplikaciji ¹⁷ koja sadrži ukupno 29 dijelova. Od toga 13 tipki¹⁸, 1 list box¹⁹, 3 text boxa, 9 labela²⁰ te web browser. Ima nekoliko try catch mehanizama zaštite i upozorenja korisnika. Naime kada nije odabran COM port iz list boxa a korisnik pritisne tipku „spoji“ dobiva upozorenje o ne odabranom portu. U slučaju da je pritisnuta tipka „naprijed“ ili „nazad“ bez odabrane odgovarajuće brzine dobiva se poruka o grešci.

¹⁷ C# form aplikacija-windows korisnička aplikacija

¹⁸ Tipki-engl. *Button*, tipke koje izvršavaju neke naredbe pritiskom lijevog miša

¹⁹ List box-predstavlja kontrolu i prikaz popisa stavki

²⁰ Labela-predstavlja prostor za unos teksta

4.2. Get port names

```

public partial class Form1 : Form
{
    SerialPort Arduino = new SerialPort();
    public Form1()
    {
        InitializeComponent();
        string[] ports = SerialPort.GetPortNames();
        foreach (string port in ports)
        {
            cbxPort.Items.Add(port);
            ODSP0Jbutton.Enabled = false;
        }
    }
}

```

Slika 11. get port names

U ovom dijelu c# aplikacije kreiramo novi serijski COM port²¹. Nazivamo ga Arduino. InitializeComponent() je metoda koja se automatski kreira u svakoj windows form dizajnerskoj aplikaciji i definira sve što možete vidjeti na zaslonu. U polje stringova²² koje smo nazvali „ports“ se spremaju svi raspoloživi portovi odn. uređaji koji su priključeni na USB port. Sa foreach petljom²³ portove izlistavamo u list box.

4.3. Spajanje

```

private void SP0Jbutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (cbxPort.Text == "")
    {
        MessageBox.Show("Odaberite serijski port za komunikaciju s mikroupravljačem (COM)");
        return;
    }
    try
    {
        TextBox.Text = "";
        Arduino.PortName = cbxPort.Text;
        Arduino.BaudRate = 9600;
        Arduino.DtrEnable = true;
        Arduino.Open();
        TextBox.Text = "Spojeno";
        SP0Jbutton.Enabled = false;
        ODSP0Jbutton.Enabled = true;
    }
    catch
    {
        Arduino.Close();
    }
}

```

Slika 12. Spajanje

Klikom na tipku „spoji“ provjerava se da li je korisnik odabrao port iz list boxa. Ukoliko nije MessageBox²⁴ prikazuje poruku „Odaberite serijski port za komunikaciju s mikroupravljačem(COM)“. Kada je port odabran automatski se dodjeljuje arduinu funkcijom

²¹ COM port-serijski port za komunikaciju s arduinom

²² Polje stringova-mjesto gdje se spremaju tekstualni podaci

²³ Foreach petlja-petlja za prolazak kroz polje

²⁴ Message box-zaslon u c# gdje se prikazuje obavijest

PortName²⁵. Arduino.BaudRate²⁶ se automatski postavlja na 9600 bitova po sekundi. Arduino.DtrEnable je postavljen na true Data Terminal Ready (DTR), defaultno je na false. Text box se ispuni stringom „spojeno“. Spoji button se postavlja u stanje false a odspoji u stanje true. Ako se pojavi greška u čitanju porta arduino se zatvara i spreman je za novi pokušaj spajanja.

4.4. Odspoji

```
private void ODSPOJIButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    if (Arduino.IsOpen)
    {
        try
        {
            Arduino.Close();
            TextBox.Text = "Odspojeno!";
        }
        catch
        {
            TextBox.Text = "Ne mogu zatvoriti serijski COM port";
        }
    }
}
```

Slika 13. Odspoji

Prilikom pritiska na odspoji tipku provjerava se da li je arduino uopće spojen s aplikacijom. Ukoliko je konekcija se zatvara i text box²⁷ ispuni stringom „odspojeno“. Ako se konekcija nekim slučajem ne može prekinuti text box se ispuni porukom „ne mogu zatvoriti serijski COM port“.

4.5. Pokretnje naprijed

```
private void NAPRIJEDbutton_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (!SPOROradioButton.Checked || !SREDNJEradioButton.Checked || !BRZOradioButton.Checked)
    {
        MessageBox.Show("Odaberite jednu od ponuđenih brzina");
    }
    else
    {
        Arduino.Write("R");
    }
}

private void NAPRIJEDbutton_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("S");
}
```

Slika 14. Kretnja naprijed

²⁵ Port name-ime porta (COM) u rasponu od 0 do 99

²⁶ Baud Rate-simboli ili impulsi po sekundi

²⁷ Text box-prostor rezerviran za ispis ili upis znakova

Pritiskom na tipku naprijed vozilo se pomiče u zadanom smjeru. Ovdje se izvršava provjera brzina. Ukoliko ni jedan od ponuđena tri radio buttona nije pritisnut odn. nema izabrane brzine kretanja pojaviti će se poruka „odaberite jednu od ponuđenih brzina“. Ako pak je brzina odabrana na arduino se šalje naredba „R“ koja vrti motore u pozitivnom smjeru. Vrtanja se događa kada je lijeva tipka miša pritisnuta. To nam omogućava opcija mousedown²⁸. Kada otpustimo tipku miša na arduino se šalje naredba „S“ koja zaustavi motor.

4.6. Pokretanje natrag

```
private void NATRAGbutton_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("T");
}

private void NATRAGbutton_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    if (!SPOROradioButton.Checked || !SREDNJEradioButton.Checked || !BRZOradioButton.Checked)
    {
        MessageBox.Show("Odaberite jednu od ponuđenih brzina");
    }
    else
    {
        Arduino.Write("Z");
    }
}
```

Slika 15. Pokretanje natrag

Pritiskom na tipku naprijed vozilo se pomiče u zadanom smjeru. Ovdje se izvršava provjera brzina. Ukoliko ni jedan od ponuđena tri radio buttona nije pritisnut odn. nema izabrane brzine kretanja pojaviti će se poruka „odaberite jednu od ponuđenih brzina“. Ako pak je brzina odabrana na arduino se šalje naredba „Z“ koja vrti motore u negativnom smjeru. Vrtanja se događa kada je lijeva tipka miša pritisnuta. To nam omogućava opcija mousedown²⁹. Kada otpustimo tipku miša na arduino se šalje naredba „Z“ koja zaustavi motor.

4.7. Upravljanje tipkovnicom

```
private void Form1_KeyDown(object sender, KeyEventArgs e)
{
    if (e.KeyCode == Keys.W) NAPRIJEDbutton_MouseDown(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.S) NATRAGbutton_MouseDown(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.A) LIJEVObutbutton_MouseDown(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.D) DESNObutton_MouseDown(this, null);
}

private void Form1_KeyUp(object sender, KeyEventArgs e)
{
    if (e.KeyCode == Keys.W) NAPRIJEDbutton_MouseUp(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.S) NATRAGbutton_MouseUp(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.A) LIJEVObutbutton_MouseUp(this, null);
    else if (e.KeyCode == Keys.D) DESNObutton_MouseUp(this, null);
}
```

Slika 16. Upravljanje tipkovnicom

²⁸ Mouse down-označava kada je tipka miša pritisnuta

²⁹ Mouse up-označava kada je tipka miša otpuštena

Upravljanje vozilom osim tipkama može biti i pomoću tipkovnice. Ovdje su definirana četiri opće poznata slova za navigiranje. To su W, A, S, D. Naredbom `e.Keycode`³⁰ provjeravamo da li je pritisnuta naša unaprijed definirana tipka. U slučaju da je pritisnuta odgovarajuća tipka poziva se tipka za pokretanje motora. Kako je bilo definirano klikom miša tako je i ovdje. Ukoliko je slovo tipkovnice pritisnuto izvršava se operacija, otpuštanjem tipke naredba se prestaje izvršavati.

4.8. Skretanje lijevo i desno

```
private void LIJEVObutton_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("I");
}

private void LIJEVObutton_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("O");
}

private void DESNObutton_MouseDown(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("K");
}

private void DESNObutton_MouseUp(object sender, MouseEventArgs e)
{
    Arduino.Write("L");
}
```

Slika 17. Skretanje lijevo i desno

Tipke na sučelju okreću robotska kolica u određenom smjeru bilo lijevo ili desno. Pritiskom na tipku lijevo šalje se naredba „I“ koja okreće kolica u lijevo. Otpuštanjem tipke šalje se „O“ koja prvi motor stavlja u centar. Pritiskom na tipku lijevo šalje se naredba „K“ koja okreće kolica u desno. Otpuštanjem tipke šalje se „L“ koja prvi motor stavlja u centar.

³⁰ `E.keyCode`-provjeravamo da li je tipka pritisnuta

4.9. Odabir brzina

```
private void SPOROradioButton_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("M");
}

private void SREDNJEraadioButton_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("N");
}

private void BRZOradioButton_CheckedChanged(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("B");
}
```

Slika 18. Odabir brzina

Radio buttoni³¹ omogućavaju promjenu brzine kretanja vozila. Postoje tri radio buttona sa tri različite brzine vrtnje. Sporo radio button šalje naredbu „M“ koja na arduino izvršava sporu brzinu vrtnje. Srednje radio button šalje naredbu „N“ koja na arduino izvršava srednju brzinu vrtnje. Brzo radio button šalje naredbu „B“ koja na arduino izvršava top brzinu vrtnje.

4.10. Spajanje arduino kamere

```
private void SPOJIKAMERAbutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    webBrowser.Navigate(textBoxSPOJIKAMERA.Text);
    SPOJIKAMERAbutton.Enabled = true;
    ODSPOJIKAMERAbutton.Enabled = false;
}
```

Slika 19. Spajanje arduino kamere

webBrowser³².Navigate učitava dokument sa specifične lokacije u web browser. U polje text box-a upišemo IP adresu³³ android³⁴ mobilnog uređaja koji preko bežične mreže šalje live stream video na ekran web browsera. Kada se povežemo sa mobitelom spoji button postaje false a odspoji true.

³¹ Radio button-omogućuje korisniku odabir jednog ponuđenog iz grupe radio buttona

³² Web browser-Dodatak u c# aplikaciji za dohvat http stranica

³³ IP adresa-je jedinstvena brojčana oznaka računala na internetu

³⁴ Android-operacijski sustav pametnih telefona

4.11. Upravljanje servo motorima

```
private void KAMERALIJEVObutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("F");
}

private void KAMERASREDINAbutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("G");
}

private void KAMERADESNObutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("H");
}
```

Slika 20. Upravljanje servo motorom

Servo³⁵ motor koji se nalazi na samom početku robotskih kolica služi za rotiranje android mobilnog uređaja. Rotiranjem obuhvaćamo veći kut kamere tj. bolju preglednost terena. Mobitel se rotira u tri smjera. Prvi smjer je lijevo. Pritiskom na tipku lijevo šalje se naredba „F“ koja pozicionira servo motor u lijevu poziciju. Drugi smjer je sredina. Pritiskom na tipku kamera sredina šalje se naredba „G“ koja pozicionira servo motor u centralni srednji smjer. Zadnji smjer je desno. Pritiskom na tipku kamera desno šalje se naredba „H“ koja pozicionira servo motor u desnu krajnju poziciju.

³⁵ Servo motor – motor koji na omogućava preciznu kontrolu kuta

4.12. Mjerenje temperature i vlažnosti zraka

```
private void Temperaturabutton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("C");
    decimal temperature = Convert.ToDecimal(Arduino.ReadLine());
    temperature = temperature / 100;
    int n = listBox1.Items.Add(temperature.ToString() + "°C temperature");
}
|
private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Arduino.Write("J");
    decimal vlaznost = Convert.ToDecimal(Arduino.ReadLine());
    vlaznost = vlaznost / 100;
    listBox1.Items.Add(vlaznost.ToString() + " % vlaznosti");
}
```

Slika 21. Mjerenje temperature i vlažnosti

Pritiskom na tipku temperatura izvršava se metoda temperatura button_click. Ona postavlja postojeću temperatura na nulu. Šalje naredbu „C“ na arduino koja mjeri temperaturu. Za mjerenje je potrebno dvije sekunde. Nakon mjerenja arduino šalje vrijednost mjerenja preko bluetooth veze na serijski port. Naredba Convert.ToDecimal pretvara string vrijednost na najbliži integer³⁶. Pritiskom na tipku vlaznost izvršava se metoda vlaznost button_click. Ona postavlja postojeću vlažnost na nulu. Šalje naredbu „J“ na arduino koja mjeri relativnu vlagu u zraku. Za mjerenje je potrebno dvije sekunde. Nakon mjerenja arduino šalje vrijednost mjerenja preko bluetooth veze na serijski port. Ovdje kao i za temperaturu se vrši pretvaranje stringa u integer.

³⁶ Integer-cjelobrojna vrijednost

5. BLUETOOTH KOMUNIKACIJA

Bluetooth je način bežične razmjene podataka između dva ili više uređaja. Većina današnjih modernih računala, mobitela, digitalnih kamera i audio uređaja imaju mogućnost slanja podataka pomoću bluetootha. Veza se uspostavlja putem radio valova³⁷ u frekventijskom području od 2,4 do 2,48 GHz³⁸. Zbog korištenja radio veze uređaji koji se povezuju ne moraju biti u optičkoj vidljivosti kao niti međusobno usmjereni a veza se može ostvariti u promjeru od otprilike 10 metara oko uređaja. Osnovna inačica bluetootha omogućava prijenos podataka do 1 Mbit/s³⁹. Prije puštanja u uporabu proizvodi s bluetooth tehnologijom moraju biti kvalificirani i proći ispitivanje frekvencijskog međudjelovanja.

5.1. Bluetooth HC06



Slika 22. HC06 modul

Ovaj modul omogućuje serijsku komunikaciju između arduina i drugog Bluetooth uređaja (npr. računalo, laptop, Android mobilni) putem bežične Bluetooth veze. S već izvučenim Tx i Rx⁴⁰ linijama, konekcija s arduinom je uistinu jednostavna. HC 06 modul može biti samo slave za razliku od hc05 koji može biti i master i slave. Koristimo otpornike⁴¹ da bi napon od 5 V smanjili na 3.3 V potrebnih bluetooth modulu.

Koraci povezivanja s računalom

- 1) spojiti arduino i HC06: TX, RX, GND, Vcc
- 2) Postaviti otpornike u ulazi naponskog djelitelja
- 3) Spojiti prema ovoj shemi

³⁷ Radio valovi-elektromagnetski valovi s valnom duljinom većom od one infracrvenog zračenja

³⁸ Ghz-Hz predstavlja broj otkucaja u sekundi

³⁹ Mbit/s-mjerna jedinica za brzinu prijenosa podataka u računalstvu

⁴⁰ Tx, Rx-pinovi za primanje i slanje podataka

⁴¹ Otpornik-elektronička komponenta koja pruža otpor struji

Bluetooth TX -----> Arduino Uno RX (Pin 0)

Bluetooth RX -----> Arduino Uno TX (Pin 1) via the voltage divider!

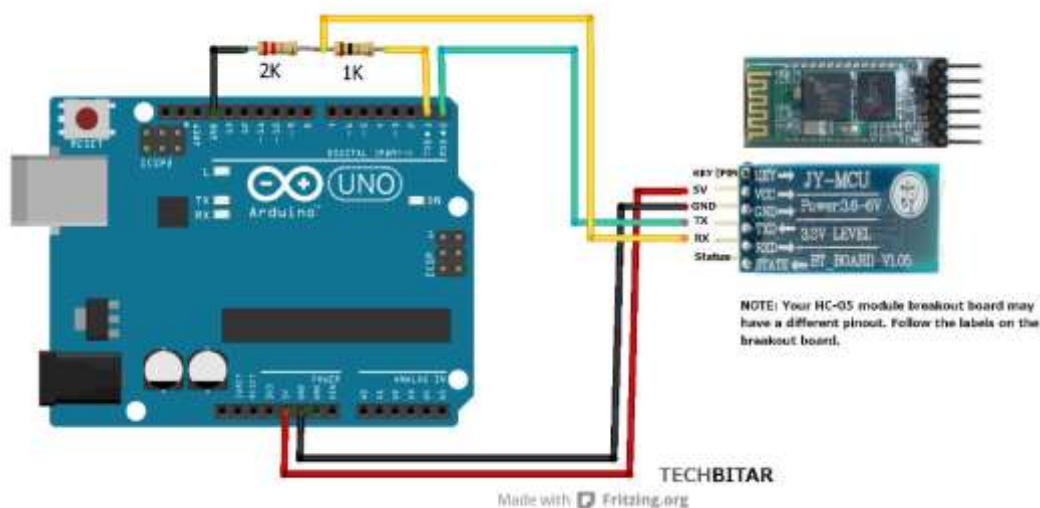
Bluetooth GND -----> Arduino GND pin

Bluetooth Vcc -----> Arduino 3.3V pin but NOT the 5V pin.

4) Dovedi napajanje na arduino mikročip. 9V baterija će biti dovoljna. Postaviti računalo ili mobitel u blizini bluetooth modula u ovom trenutku trebali biste vidjeti HC06 modul, ako ga ne vidite ponovo provjerite shemu spoja

Bluetooth modul ima ime HC06 i šifru uparivanja 1234 te brzinu od 9600. Sve te izvorne postavke možete mijenjati sa AT naredbama

42



Slika 23. Spajanje arduina i HC06[3]

Napon : 3.3V

Načini rada : Master/Slave

Frekvencija : 2.4GHz, Class 2

Specifikacija Bluetootha : V2.0+EDR

Dimenzije : 37mm x 17mm

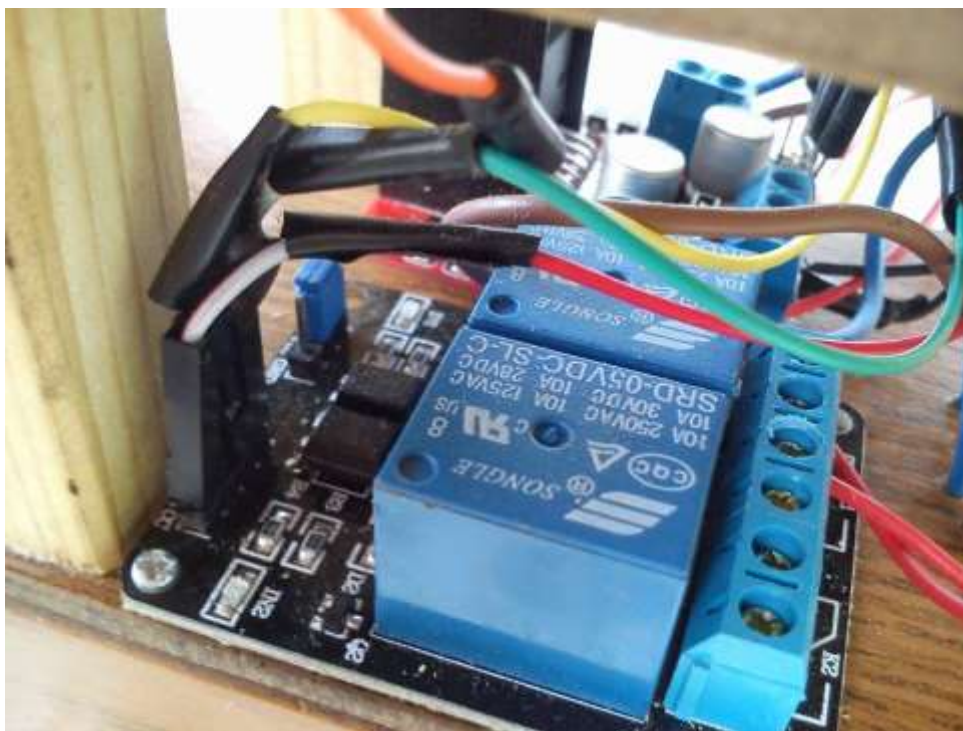
- KEY: služi za programiranje bluetooth modula
- VCC razina napona između 3.6V-6V. Modul može raditi na 3.3 i 5 V.
- GND: Masa
- TXD: serijski izlaz modula, spaja se na RX arduina. TXD radi na 3,3 V pa se mora napraviti naponsko djelilo.
- RXD: serijski ulaz modula, spaja se na TX arduina. RXD radi na 3,3 V pa se mora napraviti naponsko djelilo
- STATE: indikator da li je uređaj u funkciji ili ne

⁴² AT naredbe-naredbe kojima programiramo BT modul

5. RELEJ

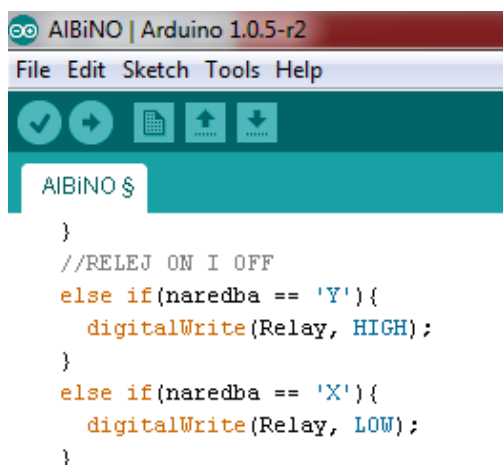
Koristimo 2-kanalni modul s relejom . Modul s relejom je super stvar za kontroliranje uređaja koji troše veliku struju ili rade na velikom naponu. Na ovom modulu nalaze se dva releja.

Struja modula : 20mA
Max. DC : 30V, 10A
5.1cm x 3.9cm x 2.0cm



Slika 24. Relej

Na pločici se nalazi screw terminal za priključivanje izlaza, dok se ulaz priključuje putem standardnih kablova za rad s arduinom.

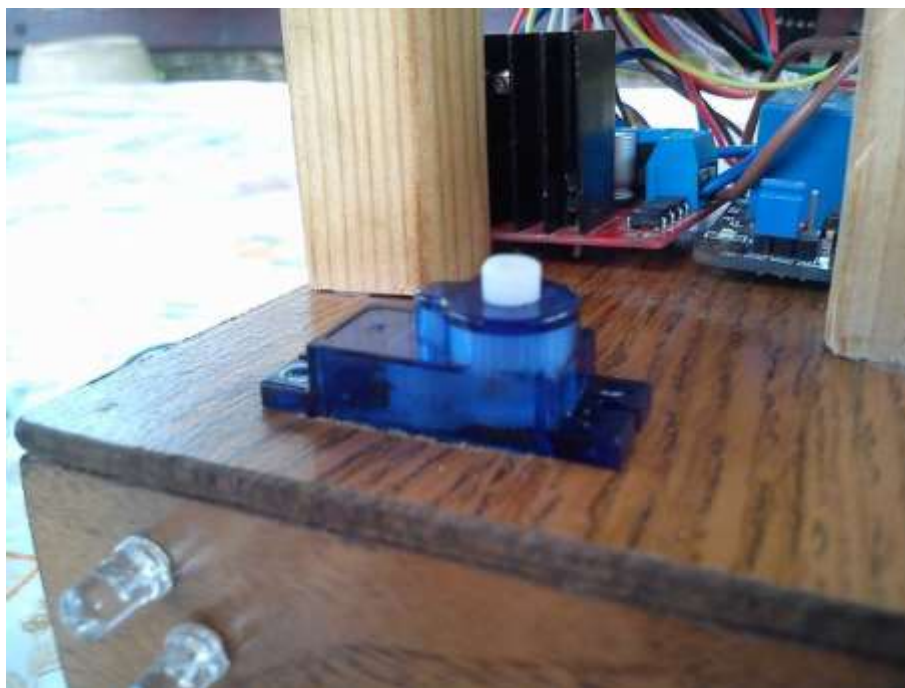


Slika 25. Relej arduino kod

Kada primimo naredbu preko serijskog COM porta mijenjamo naponsko stanje na pinu 8. Visoko naponsko stanje okida relej koji otvara strujni krug i uključuje pozicijska svjetla.

6. SERVO MOTOR

Servo motor kontroliran putem arduino platforme omogućuje preciznu vrtnju uz definiran kut i brzinu vrtnje. Standardni servo motori se vrte od 0° do 180° . Servo motor da bi se zadržao unutar tih granica ima ugrađene neke od mehanizama zaštite. Prva zaštita je mehanička. Servo motor ima zadebljanja i graničnike koji ne dopuštaju rotiranje za više od 180° . Druga zaštita je elektronska. Ona da bi osigurala svoj rad koristi potencijometar⁴³ vrijednosti 5k. Microchip koje se nalazi u motoru provjerava vrijednost otpora i ne dozvoljava da prijeđe određene granice. Postoji metoda koja obične servo motore pretvara u stalno rotirajuće.



Slika 26. Servo motor

```
//SERVO KAMERA
//okret desno
else if(naredba == 'F')
{
  servo_kamera.write(50);
}
//sredina
else if(naredba == 'G')
{
  servo_kamera.write(93);
}
//okret lijevo
else if(naredba == 'H')
{
  servo_kamera.write(150);
}
}
```

Slika 27. Servo motor arduino kod

Kada primimo naredbu preko serijskog COM porta izvršava se jedna od tri predviđene operacije za servo motor. Prva „servo_kamera.write(50) postavlja zupčanik motora u lijevo poziciju od 50° . „Servo_kamera.write(93) postavlja zupčanik u srednju poziciju od nekih 90° dok zadnja naredba servo_kamera.write(150) postavlja zupčanik u desnu poziciju od 150° .

⁴³ Potencijometar-otpornik kojemu možemo mijenjati vrijednost

7. POZICIJSKA SVIJETLA

Radi osiguranja vidljivosti u noćnim ili nekim drugim ekstremnim uvjetima koristimo prednja svjetla. Prednja svjetla sadrže 11 LED 5mm plavih dioda. LED diode su spojene u paralelu⁴⁴. Paralelni spoj osigurava isti napon svim ledicama. U slučaju kvara na jednoj LED diodi ostale i dalje svijetle. Ukupna potrošnja struje iznosi 220 mA⁴⁵. Arduino-v digitalni pin može dati oko 40 mA što je premalo. Da bi izbjegli pregaranje arduina svjetla smo spojili preko 5V releja.

Napon na LED-icama bi trebao biti oko 3V uz struju 20 mA. Pošto se LED-ice napajaju s 5V baterije trebamo odgovarajući otpornik.

Za izračun napona koristimo formulu:

$$R=U/I$$

R = otpor u ohm-ima U=napon koji je „višak“ I=struja potrebna LED-ici

Konkretan primjer za naš slučaj

Imamo plavu LED diodu koja treba 3,5V i 20mA.

- 1) strujni krug je spojen na 5V, stoga je 1,5 V „viška“.
- 2) LED-dioda troši 20mA, preračunato u ampere iznosi 20mA / 1000 = 0,02A.
- 3) $R=U/I$, $R=1,5V / 0,02A$ što iznosi 75 Ohm.

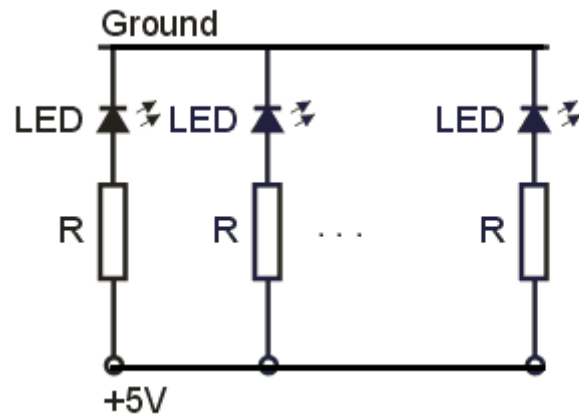
LED 5mm superbright	Voltage (U)	Current (I)	Resistor (R)
Blue	3,5 V	20 mA	75 Ohm
White	3,5 V	20 mA	75 Ohm
Green	3,5 V	20 mA	75 Ohm
Yellow	2,0 V	20 mA	150 Ohm
Red	2,2 V	20 mA	150 Ohm

Slika 28. Naponske vrijednosti LED dioda[4]

Iz slike je vidljivo da različite boje LED dioda traže i različite napone. Plavoj je potrebno 3,5V dok je crvenoj potrebno svega 2,2V. Struja koja teče kroz LED-ice je jednaka za sve boje i iznosi 20 mA.

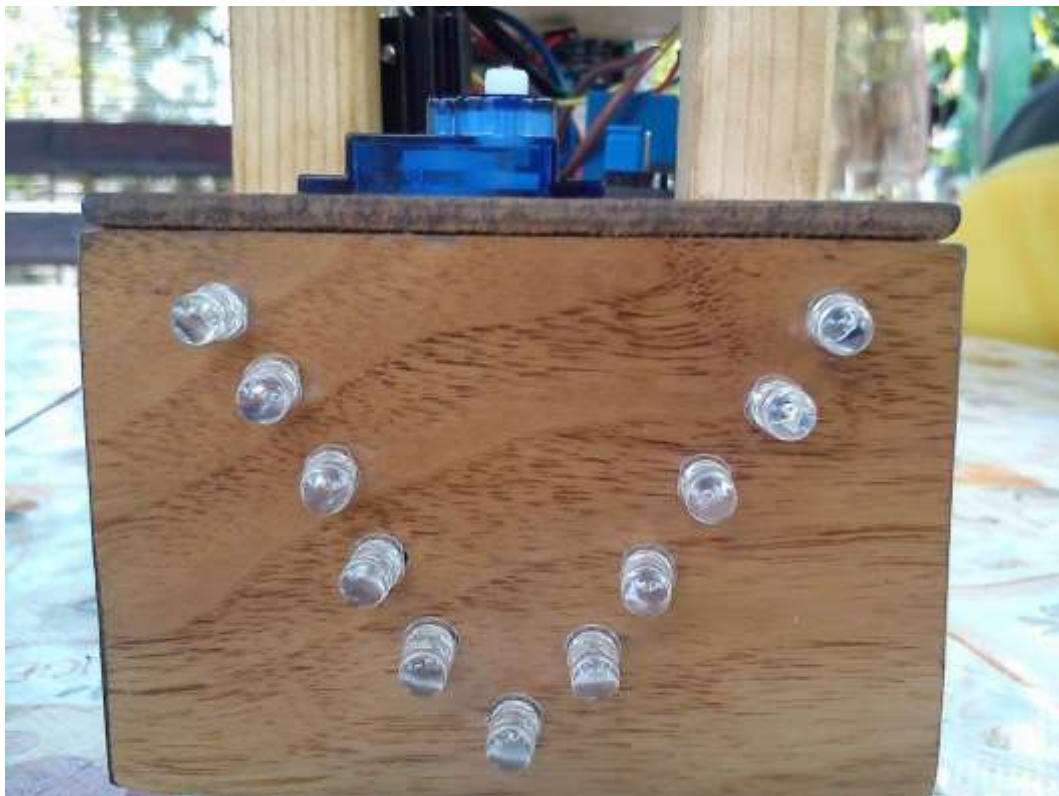
⁴⁴ Paralelni spoj-Spoj u kojemu je napon jednak za sva trošila

⁴⁵ mA- Struja koja prolazi LED-icom



Slika 29. Shema spoja LED dioda

Slika 24. Prikazuje shemu spoju naših pozicijskih svjetla. Svaka LED dioda ima odgovarajući otpornik. Spoj je paralelni da bi se osigurao jednak napon za sve LED-ice. Strujni krug je priključen na četiri baterije od kojih svaka ima 1,2V.



Slika 30. Pozicijska svjetla

8. DHT11 temperaturni senzor

DHT11 je 3 pinski, iznimno jeftini digitalni senzor za temperaturu i vlagu zraka. Koristi kapacitivni senzor vlage⁴⁶ i termistor⁴⁷ za mjerenje temperature zraka. Jedini minus ovog senzora uz „male „ pogreške mjerenja je da mjerenje izvršava jednom u 2 sekunde. Za nas je to u redu jer mi mjerimo vrijednost na pritisak tipke.



Slika 31. DHT11

Za ovaj projekt koristimo DHT library koji vraća vlažnost zraka u postotcima te temperaturu u stupnjevima celzusa.

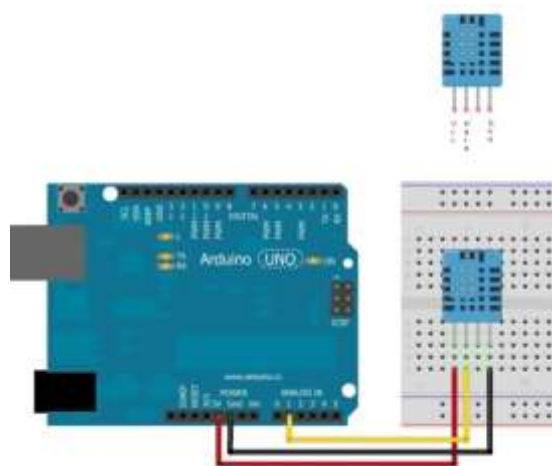
```
#include <dht.h>
```

Schema spoja:

DHT11	Arduino
Pin 1	Vcc
Pin 2	Analog2
Pin 4	Gnd

⁴⁶ Kapacitivni senzor vlage-promjena kapaciteta u ovisnosti o relativnoj vlažnosti

⁴⁷ Termistor-temperaturno osjetljivi poluvodič (na bazi keramike)



Slika 32. DHT11 shema spoja[6]

```

AIBINO | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
AIBINO $
else if(naredba == 'C')
{
  do{
    DHT.read11(dht_dpin);
    Serial.println(DHT.temperature);
  }while(Serial.available() > 0);
}
else if(naredba == 'J')
{
  do{
    DHT.read11(dht_dpin);
    Serial.println(DHT.humidity);
  }while(Serial.available() > 0);
}

```

Slika 33. DHT11 arduino kod

Pritiskom tipke za dohvat temperature na arduino se šalje naredba „C“ koja mjeri temperaturu. Da bi se temperatura izmjerila potrebne su dvije sekunde. Kad se izmjeri, šalje se preko serijske veze te ispiše u list box c# aplikacije. Ova naredba se izvršava tako dugo dok je tipka pritisnuta, odn. kad je serijska veza „zauzeta“ `serial.available() > 0`. Pritiskom tipke vlažnost zraka šalje se naredba „J“. Ona mjeri vlažnost zraka. Kad se izmjeri, šalje se preko serijske veze te ispiše u list box c# aplikacije. Ova naredba se izvršava tako dugo dok je tipka pritisnuta, odn. kad je serijska veza „zauzeta“ `serial.available() > 0`.

Tehnički detalji:

- Niska cijena
- 3 to 5V power and I/O
- 2.5mA maksimalna struja
- Raspon mjerenja vlažnosti zraka od 20-80% sa 5% pogreške
- Raspon mjerenja temperature od 0-50°C sa pogreškom od $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- dimenzije 15.5mm x 12mm x 5.5mm

9. RGB LEDICE

Svjetleća dioda ili LED (engl. *light-emitting diode*), često LE-dioda, posebna vrsta poluvodičke diode koja emitira svjetlost kada je propusno polarizirana, tj. kada kroz nju teče struja. Prilikom direktne rekombinacije para elektron⁴⁸-šupljina, emitira se foton svjetla⁴⁹. Takvo svojstvo imaju poluvodiči galijev arsenid⁵⁰ (GaAs), galijev fosfid⁵¹ (GaP) i silicijev karbid⁵² (SiC). Ta pojava se naziva elektroluminiscencija. Boja emitiranog svjetla ovisi o poluvodiču, kao i o primjesama u njemu i varira od infracrvenog preko vidljivog do ultraljubičastog dijela spektra.

Posebnost 4 pinske diode je ta što ima jednu anodu i tri katode. Tri katode ovisno koja je spojena na – pol svijetle u tri boje. Crvena, zelena i plava. Pomoću arduino razvojne pločice možemo RGB boje izmiksati pomoću 3 PWM izlaza u 256^3 različitih kombinacija boja.



Slika 34. RGB pinovi [5]



Slika 35. RGB ledice

⁴⁸ Elektron-negativno nabijena subatomska čestica

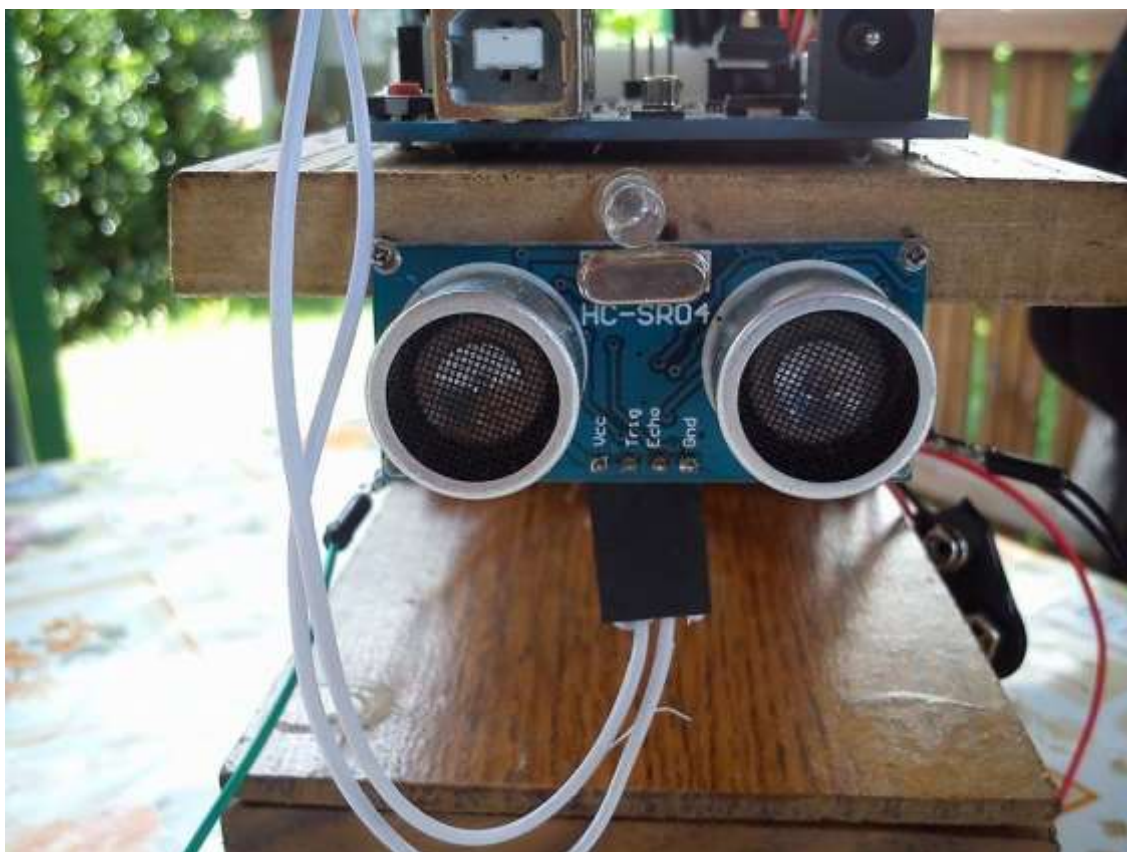
⁴⁹ Foton svijetla-elektromagnetni paketi određene frekvencije

⁵⁰ Galijev arsenid-poluvodički element sa rednim brojem 31

⁵¹ Galijev fosfid-poluvodički element sa rednim brojem 32

⁵² Silicijev karbid-pouvodčki element sa rednim brojem 14

10. DISTANCE SENZOR HC SR04



Slika 36. HC SR04

Kod odabira rasponskog modula lako smo se odlučili za HC-SR04 jer ga njegova stabilna izvedba i vrlo velika točnost čine iznimno popularnim modulom na elektroničkom tržištu. Primjerice, u usporedbi sa Sharp IR⁵³ rasponskim modulom, HC-SR04 je višestruko jeftiniji i još uz to ima istu točnost i veću rasponsku udaljenost.

HC-SR04 je povoljan i efikasan senzor za arduino koji pomoću ultrazvučnih valova⁵⁴ mjeri udaljenost između senzora i određenog predmeta koji se nalazi ispred njega. Brzina zvuka je 340 m/s. Iz toga proizlazi da je brzina zvuka 29 cm/us. Signal putuje do prepreke i natrag. Za izračun udaljenosti uzimamo polovicu od ukupnog prijađenog puta.

U tablici se nalaze karakteristike HC SR04 distance senzora:

Domet	2 cm - 400 cm
Preciznost	3 mm
Kut	15 stupnjeva
Napon	5V
Struja	<2mA

HC SR04 služi kao parking senzor:

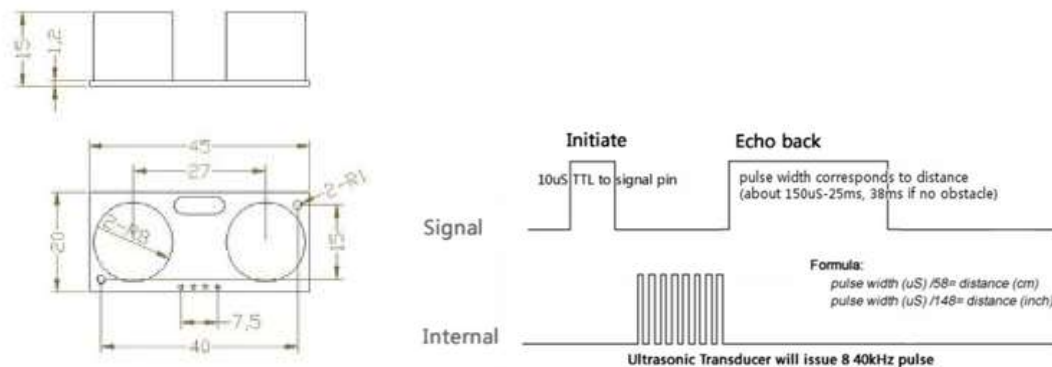
⁵³ Shar IR-sharp infrared IR ranger

⁵⁴ Ultrazvučni valovi-valovi koji imaju frekvenciju od 20kHz

Modul ima četiri pina: VCC(+5V), TRIG(pin za odašiljanje signala), ECHO(pin za primanje signala) i GND(masa) - vrlo jednostavno sučelje za kontrolirati. Princip rada je sljedeći:

Kratki ultrazvučni impuls odašilje se u trenutku 0 te se reflektira od objekt. Reflektirani impuls prima senzor te ga pretvara u električni signal. Idući impuls može biti odaslan tek kada odjek (reflektirani impuls) izbljedi. To razdoblje čini jedan ciklus. Preporučeni ciklus ne bi trebao biti manji od 50ms. Izmjerena udaljenost jednaka je širini reflektiranog impulsa i računa se po formuli:

$$\text{udaljenost} = \text{širina reflektiranog impulsa} / 58 \text{ (za udaljenost u cm)}$$



Slika 37. HC SR04 dimenzije[7] i signal[8]

```

AlBiNO | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
AlBiNO $
}
void loop()
{
  digitalWrite(A0, HIGH);
  //HC SR 04
  int val = ultrasonic.Ranging(CM);
  if(val<10){
    digitalWrite(IN1, LOW);
    digitalWrite(IN2, LOW);
    digitalWrite(A1, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(A1, LOW);
    delay(1000);
  }
  else{
    digitalWrite(A1, LOW);
  }
}

```

Slika 38. L298n arduino kod

HCSR 04 distance sensor je spojen na:

Trigger = digitalni pin 11

Echo =digitalni pin 12

VCC = 5V

GND = GND

Ultrasonic.Ranging(CM) izmjerenu udaljenost pretvara u centimetre pomoću distance library-a. Ako je izmjerena udaljenost od prepreke manja od 10 cm izvršavaju se naredbe koje zaustavljaju pogonski motor. Kad se motori zaustave plava LED dioda naizmjenično svijetli u intervalima od 1 sekunde. U slučaju da je udaljenost veća od 10 cm odn. nema opasnosti od sudara LED dioda je ugašena a motori se normalno vrte.

11. MOTOR DRIVER L298N

Motor driver ili dual-H bridge je sklop koji može pogoniti 2 DC motora ili jedan koračni motor⁵⁵ u različitim smjerovima. Također nam omogućava različite brzine vrtnje ovisno o razini napona na PWM izlazu arduina. L293d je mikročip za slabije DC motore jer napon na njegovim izlazima ne prelazi 3,2 V. Postoje malo jači sklopovi tipa L298n i arduino motor driver shield koji se nose sa većim naponima.

Za kontrolirano napajanje elektromotora se koriste motor driveri koji osiguravaju potrebne naponske i strujne vrijednosti iz odgovarajućeg izvora napajanja, a na pobudu upravljačkih impulsa iz kontrolera. Pored toga da bi DC motor mijenjao smjer okretanja potrebno je promijeniti smjer struje u motor, a to se najlakše postiže H-mostom⁵⁶. U ovom projektu se koristi sklop sa integriranim krugom L298N, dvostrukim H-bridge DC motor driverom, koji može upravljati sa dva odvojena istosmjerna motora ili jednim bipolarnim⁵⁷ dvofaznim koračnim motorom.

Specifikacije:

Chip	L298N (ST NEW)
Logical voltage	5V
Drive voltage	5V-35V
Logical current	0mA-36mA
Drive current	2A(MAX single bridge)
Max power	25W
Size	43 x 43 x 26mm
Net weight	26g

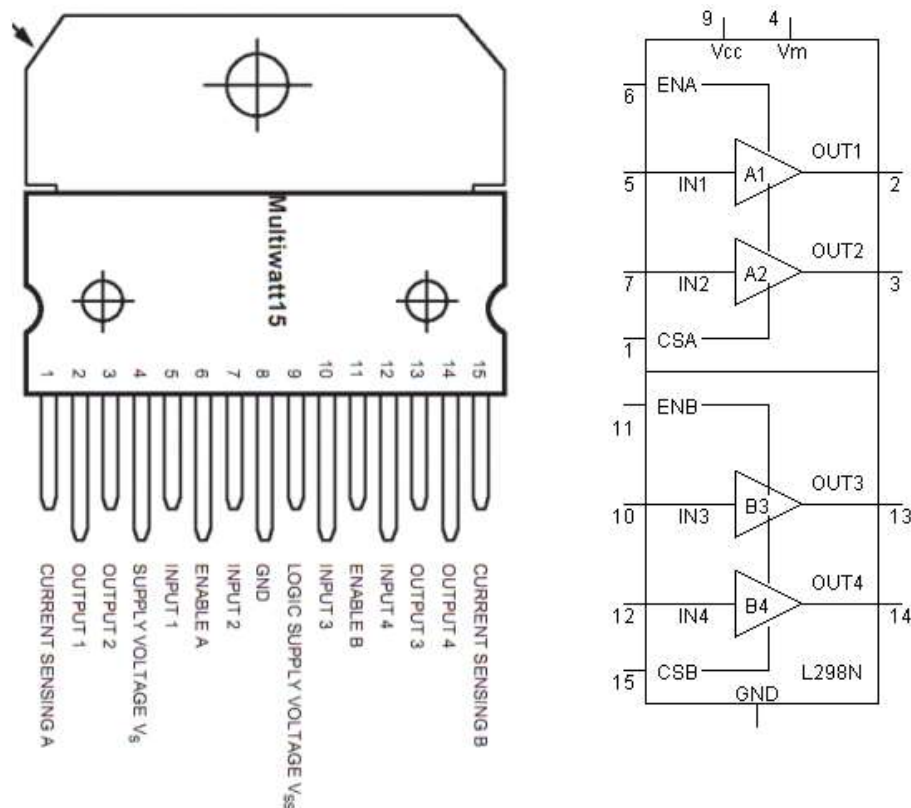


Slika 36. L298n

⁵⁵ Koračni motor-Motor koji ima određen broj koraka u punom krugu.

⁵⁶ H-most-dizajniran je da vrti motore u smjeru kazaljke na satu i obrnuto

⁵⁷ Bipoloarni koračni motor-koračni motor s četiri žice, imaju jedan namotaj po fazi



Slika 39. L298n pinovi[9]

L298n motor driver može pogoniti jedan stepper motor ili dva DC motora. L298n ima 6 ulaza. IN1, IN2, IN3, IN4 služe za određivanje smjera vrtnja. ENA i ENB služe za puštanje motora u „pogon“ te za mijenjanje brzine vrtnje.

MotorA odn. lijeva grana služi za pokretanja vozila naprijed i nazad.

MotorB odn. desna grana služi za okretanje vozila.

```

AIBINO | Arduino 1.0.5-r2
File Edit Sketch Tools Help
[Icons]
AIBINO $
}
//BRZINE
//BRZO
else if(naredba == 'B'){
  analogWrite(ENA,230);
}
//SREDNJE
else if(naredba == 'N'){
  analogWrite(ENA,200);
}
//SPORO
else if(naredba == 'M'){
  analogWrite(ENA,150);
}

```

Slika 40. L298n arduino kod

ENA upravlja lijevom „A“ granom dok ENB upravlja „B“ granom L298N chipa. ENA i ENB mogu biti u rasponu od 0 do 255. Kad ima vrijednost 0 motori se ne gibaju, odn. kad je vrijednost 255 motori su u punom okretnom momentu. U našem slučaju vrijednost ENA za pogon motora naprijed i nazad imamo tri vrijednosti. Kad je motor u najbržoj brzini ENA je podešen na 230(oko 4,6V). Za srednju brzinu ENA iznosi 200 dok za najmanju 150.



Slika 41. L298n arduino kod(1)

Slika 34. Predstavlja naredbe za pokretanje MotoraA odn. pogonskog motora. Kada je brzina kretanja ENA postavljena na neku vrijednost pogonski motor MotorA je spreman primiti jednu od naredbi za kretnju naprijed ili natrag. Motor se vrti naprijed tek onda kada je tipka miša pritisnuta. Arduino prima naredbu „R“. IN1 se postavlja u visoko naponsko stanje. Kada je tipka miša otpuštena arduino prima naredbu „S“ tada se IN1 postavlja u nisko naponsko stanje. Slično se događa i sa vožnjom unatrag. Pritiskom miša na arduino se šalje naredba „Z“ koja postavlja IN2 u visoko naponsko stanje i vrti motore unatrag. Prilikom slanje naredbe „T“ IN2 se postavlja u nisko naponsko stanje i motorA se zaustavlja.

Slika 35. Predstavlja naredbe za skretanje MotoraB odn. skretnog motora. Ovdje je u pitanju lijeva grana L298n. ENB je u našem slučaju defaultan i iznosi 100. Ta razina napona je sasvim dovoljna jer je ovdje okret motora B malen. Iznosi tek nekih 30 °. Za skretanje lijevo IN3 se postavlja u visoko stanje dok za skretanje udesno to čini IN4.

12. NIMH baterije



Slika 42. Baterije na robotskim kolicima

Što biste trebali znati o baterijama

Mnoge stare baterije i akumulatori u sebi sadrže teške metale kao što su olovo, kadmij ili živa koji, koliko su korisni, toliko su i štetni. Iz oštećenih kućišta starih baterija može doći do istjecanja opasnih tvari i teških metala u vodu i okoliš, čime se ozbiljno ugrožava priroda te zdravlje ljudi i životinja. Iz istog razloga, starim baterijama i akumulatorima nije mjesto u komunalnom otpadu, niti u prirodi gdje, na žalost, još uvijek često završavaju. Stoga je Zakonom o zaštiti okoliša između ostalog propisano da se i stare baterije moraju odlagati odvojeno od komunalnog otpada.

Vrste baterija i od čega se sastoje

U prodavaonicama danas možemo naći baterije različitih vrsti, oblika i kapaciteta:

- NiCd i NiMH baterije
- Alkalne baterije
- Li-ion Battery

NIKAL – METAL HIDRID BATERIJE (NiMH)

SASTAV:

1. vanjsko, metalno kućište baterije
2. separator (između elektroda)- separator odjeljuje katodu od anode te tako sprečava kratki spoj u bateriji, sprečava miješanje materijala od kojih su katoda i anoda izrađene.
3. pozitivna elektroda
4. negativna elektroda s pripadajućim kolektorom (metalna rešetka, spojena na metalno kućište)

Nikal – metal hidrid baterije, skraćeno NiMH, sekundarne su elektrokemijske baterije, slične nikal – kadmij bateriji. Nikal – metal hidrid baterije koriste leguru s vodikom kao negativnu elektrodu umjesto teškog, opasnog metala kadmija. NiMH baterije mogu imati 2 do 3 puta veći kapacitet od NiCd baterije iste veličine. Usporedbom s Litij-ion (Li-Ion) baterijama, kapacitet NiMH baterija je veći.

Za potrebe robotskih kolica koristimo 8 AA + 4 AA nimh baterija. Baterije su spojene u seriju da bi se osigurao potreban napon od 9,6 odn. 4.8 V. Baterijsko pakovanje od 8 AA baterija koristimo za arduino i motore. Pakovanje od 4 AA baterije se koristi za pozicijska svjetla i servo motor. Serijski spoj⁵⁸ baterija se odlikuje po tome da je ukupni kapacitet svih baterija jednak kapacitetu jedne. Koristimo baterije kapaciteta 3000 mAh⁵⁹.



Slika 43. 4AA baterije



Slika 44. 8AA baterija

⁵⁸ Serijski spoj- spoj u kojem se napon zbraja a struja ostaje jednaka

⁵⁹ mAh-mjerna jedinica za kapacitet baterije

13. ZAKLJUČAK

Arduino je slobodna (open-source) elektronička prototipna platforma bazirana na fleksibilnom i jednostavnom za korištenje hardveru i softveru. Namijenjena je umjetnicima, dizajnerima, hobistima i svakome tko je zainteresiran za stvaranje interaktivnih objekata ili okruženja.

Uloženo je puno vremena i truda. Bilo je puno neuspjelih pokušaja koji su rezultirali pregaranjem elemenata. Ali sve u svemu došli smo do kraja puta i napravili uspješan projekt.

Naša robotska kolica bazirana na arduino platformi šta se tiče cjenovnog ranga nikako ne mogu konkurirati serijskoj proizvodnji u Kini. Posebno sam ponosan na distance senzor koji zaustavlja vozilo na 10 cm od prepreke. Čitajući Autoklub, prilog Jutarnjeg lista, za oko mi je zapeo naslov članka: "Senzore za parkiranje možete imati već od 1500 kuna." Arduino nam je omogućio više od deset puta nižu cijenu izvedbe parking senzora. Kod odabira rasponskog modula odlučio sam se za HC-SR04 jer ga njegova stabilna izvedba i vrlo velika točnost čine iznimno popularnim modulom na elektroničkom tržištu. Njegova rasponska udaljenost je od 2 cm pa sve do 5 metara dok je točnost očitavanja 0.3 cm.

Robotska kolica sadrže komponente koje imaju funkciju primjenjivu u mnogim područjima rada. Imao sam priliku isprobati pokretnu platformu tešku dvije tone koja se nalazila na 4 kotača. Imala je 4 gumba za navigaciju. Programski kod i hardver koji se nalazi na mojim robotskim kolicima sadrži sve potrebne funkcije za pokretanje takve platforme uz dodatni dio zaštite od sudara s preprekom. Temperaturni senzor nam omogućava da vozilom izbjegnemo potencijalno opasne temperature. Montažom jačih motora i masivne konstrukcije robotska kolica bazirana na arduino platformi možemo koristiti za detekciju i uništavanje mina. Kamera na samoj konstrukciji osigurava upravljivost sa sigurne lokacije.

Moram napomenuti da je ovaj projekt „prototip“ koji nije usko specijaliziran za neko područje rada. U sljedećim verzijama robotskih kolica išlo bi se na izradu prema zahtjevu naručitelja.

Spomenu bih neke „nedostatke“ koje sam primjetio. U nekoj sljedećoj verziji trebalo bi staviti jače motore. Najveći problem je sama težina robota. Ona na početku izrade nije bila poznata, naime, kako je faza izrade odmicala kolica su postajala sve teža i teža. Zbog nedostatka mjesta išlo se na proširenje. Izradili smo još jedan kat postavljen na stupiće. Sljedeći problem kojeg bi trebalo otkloniti u sljedećim verzijama je smještaj baterija u samu konstrukciju. Prvotno su bile predviđene tek tri 9V baterije koje bi bile unutar konstrukcije. Zbog nedovoljnog kapaciteta morao sam promijeniti izvor napajanja. Novi izvor napajanja nažalost je preveliki pa smo ga morali smjestiti na vidljivo mjesto. Također bilo bi dobro napraviti vanjski štiti koji bi sakrio sve komponente i žice te bi samim time bio privlačniji širem spektru kupaca.

Ukupno na ova robotska kolica je potrošeno oko 450 kn. Vremenski, izrada je trajala oko 4 mjeseca. Uzevši u obzir ta dva parametra okvirna cijena vozila bila bi 1000 kuna.

14. POPIS DIJELOVA I NJIHOVA CIJENA

KOMPONENTA	CIJENA(\$)
Krokodile	1,45
L298N	2,78
5V relay	2,48
HC06	8,82
10*10MM LED	1,75
20*5MM LED	0,99
Power cable	0,99
Servo motor	2,99
Arduino UNO	14,99
Pločica i žice	4,5
HC SR04	1,99
baterije	7,99
4*AA držač baterija	1,99
8*AA držač baterija	2,99
Motori i konstrukcija	15
UKUPNO = 77,7\$	

15. LITERATURA

15.1. Tekst

15.1.1. Web

<http://www.e-radionica.com/blogs/novosti/6824386-projekt-senzor-za-parkiranje> (13.07.2014.)

<http://sistemac.carnet.hr/node/1418> (12.06.2014)

<http://www.e-radionica.com/products/modul-s-relejom-2-kanalni> (11.08.2014.)

<http://sistemac.carnet.hr/node/1418> (28.3.2014.)

http://hr.wikipedia.org/wiki/Svjetle%C4%87a_dioda (26.4.2014)

<http://www.instructables.com/id/hack-that-battery-pack-also-a-small-lesson-in-/> (26.4.2014)

15.1.2. Knjiga

Arduino cookbook, 2nd edition. <http://it-ebooks.info/book/1982>

15.2. Slike

Slika[1] <http://sistemac.carnet.hr/system/files/slika2.JPG> (30.3.2014)

Slika[2] <http://sistemac.carnet.hr/system/files/slika4.JPG> (30.3.2014)

Slika[3] <http://goo.gl/nztJNH> (24.2.2014)

Slika[4] <http://www.elteh.net/sheme/auto/voltmetar-12v.jpg> (25.7.2014)

Slika[5] <http://goo.gl/Cu6w6B> (22.4.2014)

Slika[6] <http://goo.gl/ADs3YN> (22.4.2014)

Slika[7] <http://www.e-radionica.com/novosti/6824386-projekt-senzor-za-parkiranje> (10.8.2014)

Slika[8] <http://www.e-radionica.com/novosti/6824386-projekt-senzor-za-parkiranje> (10.8.2014)

Slika[9] <http://goo.gl/YLOXYg> (12.5.2014)

16. POPIS SLIKA

Slika 1. Robotska kolica	5
Slika 2. Arduino UNO R3	6
Slika 3. Arduino UNO dijelovi[1]	6
Slika 4. Komponente[2]	9
Slika 5. Neuspjeli pokušaj bušenja.....	10
Slika 6. Neuspjeli pokušaj bušenja(1)	10
Slika 7. Svrdlo $\phi 45$	11
Slika 8. Bušenje rupa za kotače	11
Slika 9. Sučelje za upravljanje	12
Slika 10. Sučelje za upravljanje(1)	12
Slika 11. get port names	13
Slika 12. Spajanje	13
Slika 13. Odspoji	14
Slika 14. Kretnja naprijed.....	14
Slika 15. Pokretanje natrag.....	15
Slika 16. Upravljanje tipkovnicom	15
Slika 17. Skretanje lijevo i desno	16
Slika 18. Odabir brzina.....	17
Slika 19. Spajanje arduino kamere	17
Slika 20. Upravljanje servo motorom	18
Slika 21. Mjerenje temperature i vlažnosti	19
Slika 22. HC06 modul.....	20
Slika 23. Spajanje arduina i HC06[3].....	21
Slika 24. Relej.....	22
Slika 25. Relej arduino kod	22
Slika 26. Servo motor.....	23
Slika 27. Servo motor arduino kod	23
Slika 28. Naponske vrijednosti LED dioda[4]	24
Slika 29. Shema spoja LED dioda	25
Slika 30. Pozicijska svijetla	25
Slika 31. DHT11.....	26
Slika 32. DHT11 shema spoja[6]	27
Slika 33. DHT11 arduino kod	27
Slika 34. RGB pinovi [5].....	28
Slika 35. RGB ledice	28
Slika 36. HC SR04	29
Slika 37. HC SR04 dimenzije[7] i signal[8].....	30
Slika 38. L298n arduino kod	30
Slika 39. L298n pinovi[9].....	32
Slika 40. L298n arduino kod	32
Slika 41. L298n arduino kod(1)	33
Slika 42. Baterije na robotskim kolicima	34
Slika 43. 4AA baterije.....	35
Slika 44. 8AA baterija.....	35

